

「ニュートンのリンゴの木」銘板製作について

宮本 憲隆* 浦本 登美雄* 吉田 修二* 桐谷 能生*

Production of the Tablet for Planting Newton's Apple Trees

Noritaka Miyamoto*, Tomio Uramoto*, Syuji Yoshida*, Yoshio Kiritani*

New Kumamoto National College of Technology, which has 6 departments and 2 advanced courses, was newly opened at 1st October, 2009. The New College originates from Old Kumamoto National College of Technology and Yatsushiro National College of Technology. Apple trees in connection with Isaac Newton were planted on the both campus by a proposal of the First President Miyagawa. He wishes on the trees to be the college taking over the traditions that the above two colleges had cultivated in the two schools' histories, growing as an attractive college and being the graduated students to become a leader of the times. This paper deals with the production process of the tablet which is descriptive of the origin.

キーワード：ニュートンのリンゴの木，ステンレス，デザインコンセプト，CAD/CAM，マシニングセンター，

Keywords : Newton's Apple Tree, Stainless steel, Design concept, CAD/CAM, Machining center,

1. はじめに

平成 21 年 10 月 1 日に熊本高専は 6 学科，2 専攻科を有する新しい高専として生まれ変わった。熊本電波高専，八代高専がこれまでに培ってきた伝統を引き継ぎながら，魅力あふれる高専としての発展と，輩出する学生が時代をリードするような技術者となるよう願いを込め，宮川校長の提案で，科学者として著名なアイザックニュートンに縁のあるリンゴの木を両キャンパスに植樹する運びとなった。本報告はその由来を記した銘板の製作過程について述べる。

2. 銘板全体図設計について

植樹にあたっての由来文は宮川校長が作成した。図 1 はその下書き用 CAD データと文字の大きさを示した詳細図である。本文を記した銘板は，木の枠に設置するため，耐食性に優れたステンレス「以下 SUS304 という」を選定し，SolidWorks2009 にて設計した。図 2 に銘板の全体図を示す。設計の手始めとして外観を検討するにあたり，植樹する苗木は背丈が 50 cm 程度であるため，初期の段階で，双方を比較して視覚的に違和感がないことと，文字の読みやすい文字盤の高さについて検討した。文字盤の広さについては，加工機の仕様および加工テーブルの取り付けや加工のしやすさを勘案して，横 400mm×横 300mm とした。文中の書体は MS ゴシック体で，文字盤の高さと文字の大きさが最適となるよう試作を重ね，概ね良好な体裁が得られた。また，リンゴの木は環境による影響で生育が異なるため，成長後の

背丈を推測するのは難しいが，2m ほどの背丈でも概観的に支障がないと思われる。

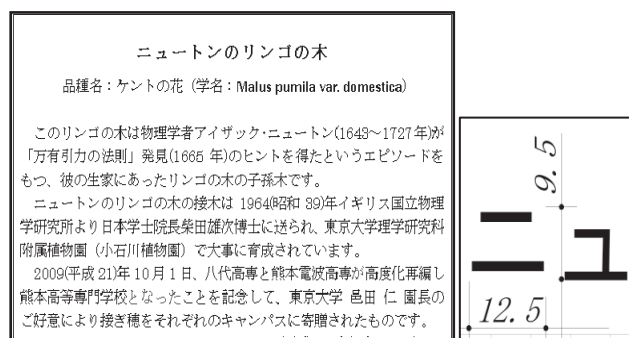


図 1 下書き用 CAD データおよび文字詳細図

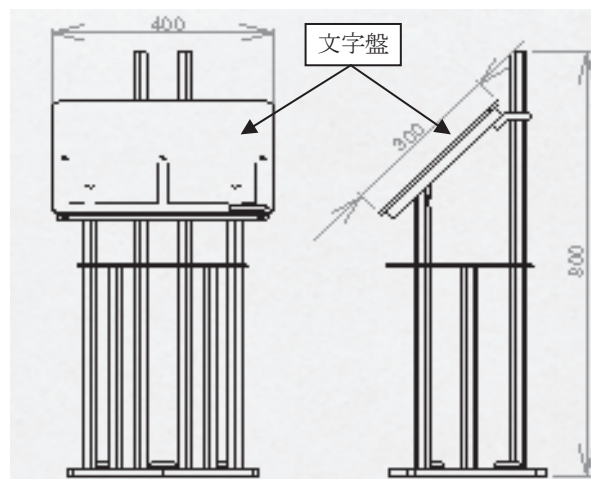


図 2 銘板全体図

* 八代キャンパス 技術センター
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
Yatsushiro campus Technical Practice Center
2627 Hirayama, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan 866-8501

3. デザインコンセプトについて

新しく生まれ変わった熊本高専を直感的に連想させることを念頭に、図3のようなデザインを作成した。りんごをかたどったプレート上に、両キャンパスの学科数を六角棒を立てて表現し、更にその内の2本を延長させて専攻科数を表し、頂点部には熊本高専設置準備期の校長である江端正直校長、宮川英明校長のメッセージを記すボードがある。また、すべての支柱はAdvance（前進）の「A」をかたどったプレートで連結しており、両キャンパスの融合から生まれる新しい世界への期待感を意匠化した。

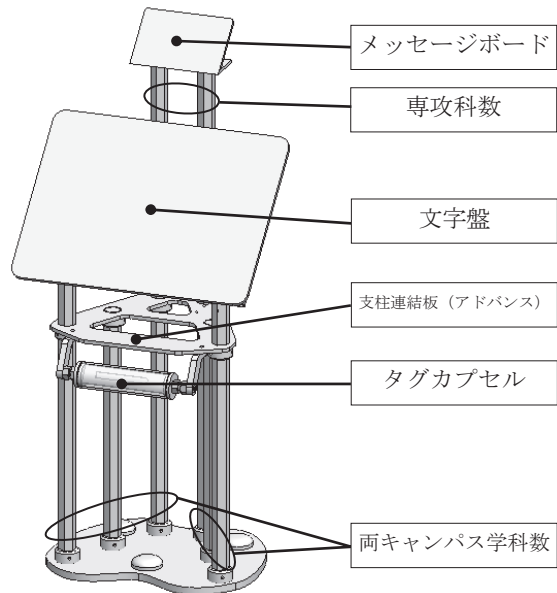


図3 デザインコンセプト

4. 製作方法

4.1 材料

2基分の材料と切削工具の一覧を表1に示す。板材、支柱、ネジなど、大半をSUS304で製作するが、その他の材料として、ニュートンのリンゴの木を保証するタグプレートと、カプセル状にして取り付けるために用いるポリカーボネートパイプ材や、銘板全体の表面に不動体を形成させるステンペットTがある。

表1 材料、切削工具一覧

	品名	規格・型番	数量
1	六角材SUS304	D24×800	4
2	六角材SUS304	D24×550	4
3	六角材SUS304	D24×400	4
4	肉厚選択ステンレスパイプ/引き抜き材パイプ	Φ30-t4×200	2
5	ロッド 材質ステンレス	Φ50×200	2
6	ロッド 材質ステンレス	Φ30×200	2
7	ロッド 材質ステンレス	Φ14×200	2
8	ポリカーボネートパイプ	Φ42×200	2
9	SUS304フリープレート	354×294×t12	2
10	SUS304フリープレート	315×280×t6	2
11	SUS304フリープレート	405×305×t8	2
12	SUS304フリープレート	120×45×t12	2
13	SUS304フリープレート	120×30×t12	2
14	SUS304フリープレート	150×100×t5	4
15	フリープレート	SS400-400×300×t25	1
16	フリープレート	SCFS-100×200×t10	1
17	傾斜プレート	SSRAF-A70-B60-L20-C15-Q45	1
18	金属ワッシャ/グリ穴タイプ並級	FWZAS-D14-V12-P7-H6-T12	20
20	ワレタシート加工品	FUTH1A1-A42-V36	6
21	肩削り用エンドミル インサート	APMT103504N-MT50	8
22	TSコート 超硬スクエアエンドミル	TSC-FMS-HEM3S8	2
23	TSコート 超硬ラジアスエンドミル	TSC-FMS-HREM3S10-R2	2
24	TSコート 超硬ボールエンドミル	TSC-FMS-BEM2S3	2
26	角パイプ 正方形 SUS304	HL 1.5X22X22X5000	1
25	ステンペットT(塗布用)	3kg	1

4.2 文字盤加工

図4は文字盤の素材をマシニングセンターに取り付けた様子を示すが、面のうねりが見られるため、中央を基準としてダイヤルゲージで4か所を測定した。これは正面フライスでの加工で切り込み量を決める際、過負荷切削を回避する目的があり、安全な切削作業を実施するためにも重要な事前準備である。図5はΦ75正面フライスで荒加工を行っている様子で、1回あたり0.2~0.4mmの切り込み量で縦横に数回に分けて切削した。銘板は熊本キャンパス用と八代キャンパス用の2基を製作するが、仕上げ加工では工具や加工条件の違いによってどのような質感になるかを検証したかったため、Φ4コーナーR0.5ラジアスミルとΦ10コーナーR2.0ラジアスミルの2種の工具でそれぞれの加工を試みた。表2はその加工条件を示し、図6は各々の加工表面を比較したものである。



図4 素材取り付けおよび凹凸測定作業の様子

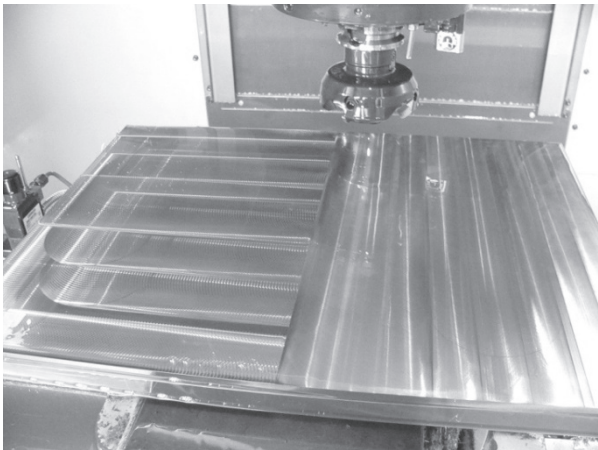


図5 Φ75正面フライスによる荒加工の様子

表2 2種工具加工条件

	S(rpm)	F(mm/min)	ap(mm)	ae(mm)
Φ4 r0.5	6000	2000	0.15	0.05
Φ10 r2.0	4000	600	0.15	1.5

S:回転数 F:送り速度 ap:縦切込み量 ae:横切込み量

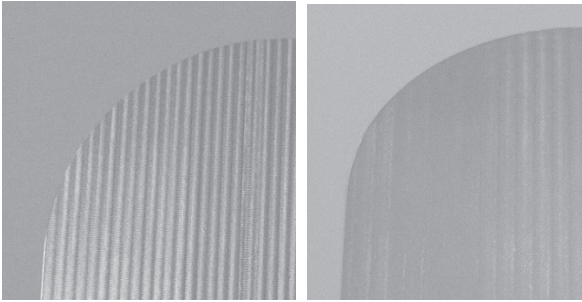


図6 表面比較（左：Φ4 ラジラス，右：Φ10 ラジラス）

Φ4 ラジラス（4 枚刃）の方は筋目が強調され全体的には艶消し調の質感になっているのに対し、Φ10 ラジラス（3 枚刃）は筋目も薄く滑らかである。切削速度は Φ4 ラジラスが 75.36m/min，1 刃当たりの送りが 0.083mm に対し、Φ10 ラジラスは切削速度が 125.6m/min，1 刃当たりの送りが 0.05mm である。切り込み量は ap が両者 0.15mm で、ae は Φ4 が 0.05mm，Φ10 が 1.5mm である。

上記条件は最適度を一定にするため、工具メーカーの推奨値を引用している。Φ4 ラジラスは高送り仕様で、本来は仕上げ加工には適さないが、ae を小さくすることで切削痕を抑制できると推測した。ノーズ R の仕様も関係があると思われるが、結果的には斜方向などの視点によって表面が七色に反射するため、視認性を高める効果がある。一方、Φ10 ラジラスは、粗さ測定は行っていないが、磨きレスに近似する裏付けが得られ、今後の加工に応用できる。

4.3 文字加工_CAD 作業

図7は2D_CADで作成した由来文CADデータを示す。本作業で使用したソフトウェアは、ナスカソリューション製2D_CAD/CAMで、図形要素数が50000点扱える。本データは39514点と上限の8割程を要している。曲線部を滑らかに描画させるために、ベジェ曲線で変換しているためと考えられる。端末のメモリは2GBと比較的高いものの、拡大縮小や移動の処理が遅い。そのためフリーズや強制終了を懸念し、更新時のこまめな保存を心掛けた。

ニュートンのリンゴの木

品種名：ケントの花(学名：Malus pumila var. domestica)

このりんごの木は物理学者アイザック・ニュートン(1643~1727年)が『万有引力の法則』発見(1685年)のヒントを得たというエピソードをもつ、彼の生家にあたりりんごの木の子孫木です。

ニュートンのりんごの木の接木は、1964(昭和39)年イギリス国立物理学研究所より日本学士院長柴田雄次博士に送られ、東京大学理学研究科附属植物園(小石川植物園)で大事に育成されています。

2009(平成21)年10月1日、八代高専と熊本電波高専が高度化再編し熊本高等専門学校として設置されたことを記念して、東京大学巴田 仁園長のご好意により接ぎ穂をそれぞれのキャンパスに寄贈されたものです。

図7 由来文CADデータ

4.4 文字加工_CAM 作業

先のCADデータをもとに、一文字ずつ輪郭加工指示の工具軌跡を作成する。本加工ではΦ0.6 ボールミルを選択して加工条件が S7957(rpm)，F267(mm/min)，ap0.06(mm)に設定し、表面からの深さを0.3mmとした。図8は加工完了の状態を示す。ところが、表面の反射によって文字が読み難くなったため、質感の改善を図った。一旦CADにフィードバックし、文字の輪郭内に丸を無数に描き、球状のくぼみをつけることを試みた。図9はそのCADデータと同刃物で突き加工の工具軌跡を作成し、未処理の文字と比較したものである。処理前より見易さの改善が見られたため、すべての文字に同様の処理を行うが、複写機能が使えるところが限られるため、一つずつ輪郭内からはみ出さないよう確認しながら円の作図作業を行った。また、図形要素数の上限を超えないように2~3行に分けて作図し、CAM処理を行う必要があったため、この作業だけで6日を要した。

そのほかに負担の少ない方法として、レーザー加工機でのマーキングが挙げられる。しかし、加工面が400mm×300mmと本機の仕様は満たしているものの、マーキング面積が広く、仮にフリーズが発生すれば、最初からやり直す必要がある。また文字盤の重量が5.6kgで、8時間程の加工時間が予測される状況で、加工機のテーブルが負荷に耐えられるか予測できない。以上の観点からリスクが高いと判断し、同機での加工は行わないこととした。

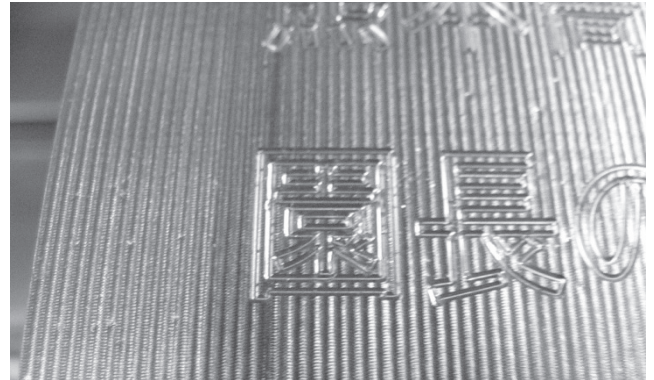


図8 文字輪郭の加工完了の様子

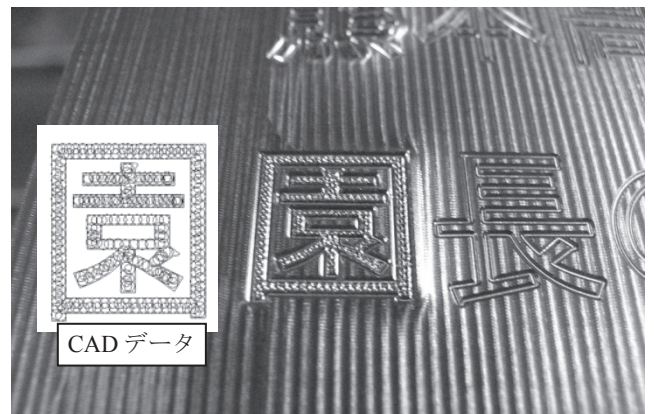


図9 CADデータおよび球状くぼみ有無の比較

4.5 支柱斜面加工および取り付け穴加工

図 10 は銘板の背面視野を示しているが、文字盤を 45 度に傾斜させるには、斜面ステーと支柱端面の斜面によって保持する。支柱は先に斜面を削り出し、その面に少なくとも 0.2mm 以内の直角度交差を目標に穴加工を試みた。図 11 はその加工の取り付けの様子を示すが、長さが 550mm と長いので、安定した保持を確保するのが困難である。そこで傾斜プレートを製作し、その面に密着させて保持することで公差の安定を図った。また、マシニングセンター内で干渉が起きないように注意深く作業した。

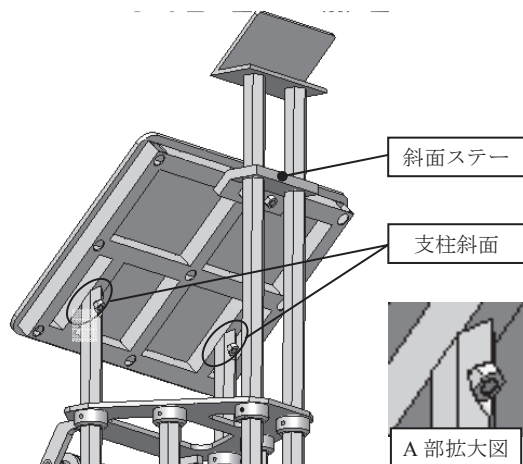


図 10 銘板背面視野

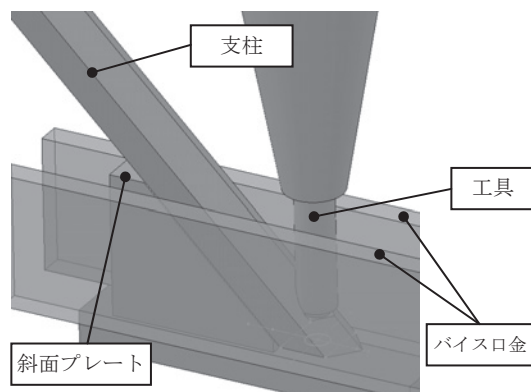


図 11 支柱取り付けおよび穴加工の様子

4.6 その他主要部品製作

図 12 (左) は厚さ 12mm の板材からりんご形状の土台を輪郭加工している様子を示す。取り付けには 400mm×300mm×t25 の SS400 材で取り付け治具を製作し、加工テーブルに直に締め付けて、加工中の共振を抑制する処置を図った。加工条件は $\phi 12$ ストレートミルを選択し、S2388(rpm), F358(mm/min), ap1.5mm で設定した。表面については、黒皮を削らない方が耐久性が高いと判断し、未加工のままにしている。同様に支柱連結板も輪郭加工を行い、内部の切り落としはワイヤカット放電加工機で加工した。また、メッセージボード(図 12 右)は、150mm×100mm×t5 の SUS304 に、レーザー加工機によって文面をマーキングし、透明塗料を塗布している。

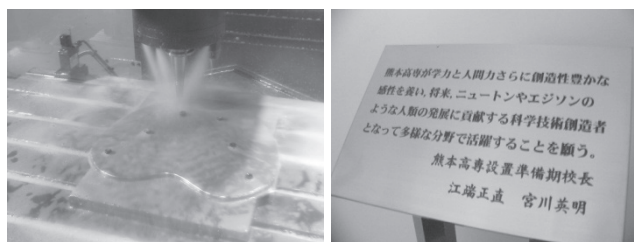


図 12 左：リング形状土台輪郭加工の様子
右：メッセージボード

5. 終わりに

図 14 は 2 基分の完成品を示す。製作期間は平成 21 年 8 月から開始し、平成 23 年 3 月に完成した。途中、苗木が枯れるという不運や、その他の業務と並行した製作となったため、結果的に長期間携わることとなったが、詳細設計の重要性や基本作業の再認識など収穫の多い取り組みであった。設置後も定期的にメンテナンスを行い、良好な状態を維持したいと考えている。

最後に、主役であるりんごの木が学生と共に健やかに成長し、本校のシンボルとして親しまれ、恒久的に存在し続けることを切に願う。



図 14 銘板完成品

謝辞

本校にとって記念すべき取り組みに、このような活動の機会を与えて頂いた江端校長、宮川校長には深く感謝申し上げる。また製作に係る的確な助言を頂いた河崎技術センター長、川崎事務部長、山代前事務部長、内山総務課長、松本課長補佐、迅速な物品調達を行って頂いた総務課西氏、関係各位の方々に深く感謝の意を表する。

(平成 23 年 10 月 11 日受付)

参考文献

- (1) 海野邦昭：「絵とき切削加工基礎のきそ」日刊工業新聞社(2006)
- (2) 宮本憲隆：「楷の木説明版製作について」、八代高専紀要 No.29, p93-p96, (2007).